

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-277146

(43)Date of publication of application : 09.10.2001

(51)Int.Cl.

B25B 23/14
B25B 23/145

(21)Application number : 2000-099339

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD

(22)Date of filing : 31.03.2000

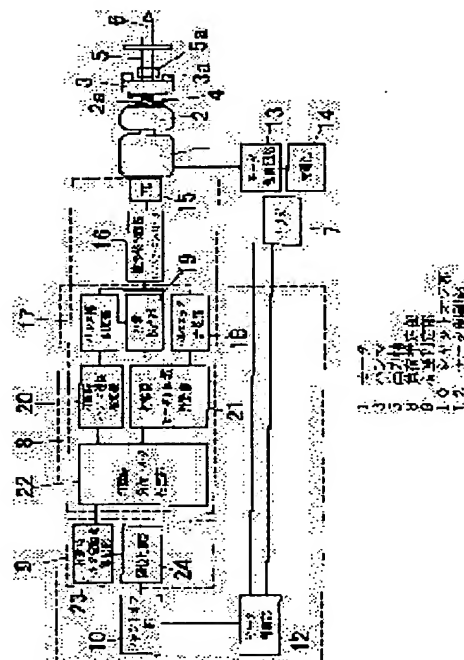
(72)Inventor : HOSOKAWA TOSHIHIRO
AMANO MASAYUKI
YOSHIDA MINORU

(54) POWER-DRIVEN ROTATING TOOL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a power-driven rotating tool allowing fastening work of various kinds of screws without requiring setting of a fastening torque.

SOLUTION: This power-driven rotating tool is an impact rotating tool for fastening and releasing the screws by rotating a hammer 3 with a motor 1 and rotating an output shaft 5 by applying impact shock by the hammer 3 to the output shaft 5. The rotating tool comprises a load estimating part 8 for estimating load torque applied to the output shaft based on rotation speed of the hammer 3 and rotational frequency of the motor 1, a seating determining part 9 for determining the seating of a screw member when a variation of an estimating value of the load estimating part 8 exceeds a predetermined upper limit, and a shut off part 10 for controlling a motor control part 12 to stop (shut off) the motor 1 when the seating determining part 9 determines the seating.



BEST AVAILABLE COPY

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

【特許請求の範囲】

【請求項 1】ねじ類の締緩を行うための出力軸と、出力軸を回転させる駆動部と、出力軸にかかる負荷トルクを推定する負荷推定部と、負荷推定部の推定値の変動量が予め設定された変動量の上限値を越えるとねじ類が着座したと判定する着座判定部とを具備することを特徴とする動力駆動回転工具。

【請求項 2】着座判定部は、締付作業の進行度合いに応じて上記上限値を徐々に低下させることを特徴とする請求項 1 記載の動力駆動回転工具。

【請求項 3】着座判定部は、出力軸にかかる負荷トルクの大きさに応じて上記上限値を大きくすることを特徴とする請求項 1 記載の動力駆動回転工具。

【請求項 4】着座判定部が着座を判定した後も駆動部の回転を継続させるとともに、負荷推定部の推定値の変動率が予め設定された変動率の下限値を下回ると駆動部の回転を停止させるシャットオフ部を設けたことを特徴とする請求項 1 記載の動力駆動回転工具。

【請求項 5】上記駆動部によって回転されるハンマを設け、ハンマの打撃によって出力軸に回転力を加えており、負荷推定部の推定値が予め設定されたトルクしきい値を上回ると、上記シャットオフ部は、着座判定部の判定結果や上記変動率に関係無く、ハンマにより出力軸を所定回数打撃した時点で駆動部の回転を強制的に停止させることを特徴とする請求項 4 記載の動力駆動回転工具。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、ボルトやナットなどのねじ類の締め付け作業及び緩め作業に使用するインパクトレンチやインパクトドライバのような動力駆動回転工具に関するものである。

【0002】

【従来の技術】この種の動力駆動回転工具としては、図 12 に示すように、モータ 1 によってハンマ 3 を回転駆動し、ハンマ 3 による打撃衝撃を出力軸 5 に加えることで出力軸 5 を回転させ、出力軸 5 に装着されたドライバビットやソケットレンチなどのドライバビット 6 により、ボルトやナット等のねじ類の締め付け作業や緩め作業を行うインパクトドライバやインパクトレンチのようなインパクト回転工具が提供されていた。

【0003】このインパクト回転工具は、出力軸 5 にかかるトルクを推定する負荷推定部 8 と、締め付ける部材に応じて締付トルクを設定するためのリミットトルク設定器 30 と、負荷推定部 8 の推定値とリミットトルク設定器 30 により設定された締付トルクの設定値との高低に応じてねじ部材が着座したか否かを判定する着座判定部 9 と、着座判定部 9 がねじ部材の着座を判定するとモータ 1 を停止させる停止信号を発生するシャットオフ部 10 とを備えている。また、着座判定部 9 は、負荷推定

部 8 の推定値と締付トルクの設定値との高低を比較し、推定値が締付トルクの設定値を上回るとねじ部材が着座したと判定して、判定結果をシャットオフ部 10 に出力する閾値比較部 24 から構成されている。

【0004】そして、ねじ締め作業を行う際は、閾値比較部 24 が負荷推定部 8 の推定値と締付トルクの設定値との高低を比較し、負荷推定部 8 の推定値が締付トルクの設定値を超えると、ねじ部材が着座したと判定して、シャットオフ部 10 に判定結果を出力し、シャットオフ部 10 が着座判定部 9 の判定結果に応じてモータ 1 の回転を停止させていた。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記構成の動力駆動回転工具では、ねじ締め作業を行う際に、リミットトルク設定器 30 を用い、締め付けるねじ部材の種類に応じて締付トルクを予め設定した後、ねじ締め作業を行っていた。従って、締付トルクの異なる複数種類のねじ部材のねじ締め作業を行う場合は、種類の異なるねじ部材毎に締付トルクを設定する必要があり、設定作業の手間がかかるという問題があった。そこで締付トルクの異なる複数のねじ部材の内、許容トルク範囲の重複しているねじ部材については、締付トルクに同じ値を設定することにより、ある程度設定作業を減らすことはできるが、許容トルク範囲の重複していないねじ部材については、締付トルクの設定を変更する必要があり、作業性が悪いという問題があった。また締付トルクの共通化には限度があり、共通化した締付トルクが許容トルク範囲の境界付近にある場合、ねじ部材の製造上のばらつき等により、締付トルクが不足して締付途中でねじ部材が停止したり、過大な締付トルクが与えられて、ねじ部材が相手部材を貫通したり、ねじ部材が破損するなどして、ねじ締めの品質が低下する虞があった。

【0006】さらに、リミットトルク設定器 30 を用いて締付トルクを設定する際に、誤って適正値に比べて低い値を設定してしまうと、締付トルクが不足して、ねじ部材が締付途中で停止し、再度ねじ締め作業を行う必要があった。また、適正値に比べて高い値を設定してしまうと、過大な締付トルクがねじ部材に加わって、ねじ部材が相手側の部材を貫通したり、ねじ部材が破損するなどして、部材の交換作業が必要な場合があり、ねじ締めの品質が低下する虞があった。

【0007】本発明は上記問題点を鑑みて為されたものであり、その目的とするところは、締付トルクの設定作業を行うことなく、締付トルクの異なる複数種類のねじ部材のねじ締め作業を確実に行うことができる動力駆動回転工具を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項 1 の発明では、ねじ類の締緩を行うための出力軸と、出力軸を回転させる駆動部と、出力軸にかかる

負荷トルクを推定する負荷推定部と、負荷推定部の推定値の変動量が予め設定された変動量の上限値を越えるとねじ類が着座したと判定する着座判定部とを具備することを特徴とし、従来の動力駆動回転工具のように締付トルクを手動で設定する場合は、ねじ類の種類毎に締付トルクの設定作業を行う必要があるが、負荷トルクが所定の締付トルクに達すると負荷トルクが急激に増加するので、着座判定部では負荷推定部の推定値の変動量と予め設定された上限値の大小を比較することによって、着座したか否かを確実に判定することができ、締付トルクの設定作業を不要にし、作業効率を向上させると共に、締付トルクの設定ミス無くし、ねじ締め品質を向上させることができる。

【0009】請求項2の発明では、請求項1の発明において、着座判定部は、締付作業の進行度合いに応じて上記上限値を徐々に低下させることを特徴とし、ねじ締め開始時にはねじ類と相手部材の係合状態が不安定であるなどの理由で負荷トルクの推定値が急激に変動する虞があるため、ねじ締め作業の終了時に比べて開始時には上限値を大きくし、締付作業の進行度合いに応じて上限値を徐々に低下させることにより、着座を誤検出するのを防止することができる。

【0010】請求項3の発明では、請求項1の発明において、着座判定部は、出力軸にかかる負荷トルクの大きさに応じて上記上限値を大きくすることを特徴とし、出力軸にかかる負荷トルクの大きさが大きいほど、負荷推定部の推定値に発生するノイズ成分が大きくなるが、出力軸にかかる負荷トルクの大きさに応じて上限値を大きくしているので、ノイズ成分による誤検出を防止できる。

【0011】請求項4の発明では、請求項1の発明において、着座判定部が着座を判定した後も駆動部の回転を継続させるとともに、負荷推定部の推定値の変動率が予め設定された変動率の下限値を下回ると駆動部の回転を停止させるシャットオフ部を設けたことを特徴とし、着座状態を検出した後も、シャットオフ部は、負荷トルクの上昇に限界が生じて推定値の変動率が下限値を下回るまでねじ締め作業を継続させているので、締付トルクを十分確保することができる。

【0012】請求項5の発明では、請求項4の発明において、上記駆動部によって回転されるハンマを設け、ハンマの打撃によって出力軸に回転力を加えており、負荷推定部の推定値が予め設定されたトルクしきい値を上回ると、上記シャットオフ部は、着座判定部の判定結果や上記変動率に関係無く、ハンマにより出力軸を所定回数打撃した時点で駆動部の回転を強制的に停止させることを特徴とし、負荷トルクが所定のトルクしきい値を上回るようなねじ類の場合は、負荷推定部の推定した負荷トルクの誤差が大きくなって、適切な締付トルクが得られなくなる虞があるが、シャットオフ部では、着座判定部

の判定結果や上記変動率に関係無く、ハンマにより出力軸を所定回数打撃した時点で、駆動部の回転を停止させているので、適切な締付トルクを確保できる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

【0014】（実施形態1）本発明の実施形態1を図1乃至図4を参照して説明する。この動力駆動回転工具は、モータ1によってハンマ3を回転駆動し、ハンマ3による打撃衝撃を出力軸5に加えることで出力軸5を回転させ、出力軸5に装着されたドライバビット6やソケットなどのビットにより、ボルトやナット等のねじ類の締め付け作業や緩め作業を行うインパクトドライバやインパクトレンチのようなインパクト回転工具であり、ハンマ3による打撃構造として次のものを用いている。すなわち、モータ1の回転が遊星減速機構からなる減速機2で減速されて伝達される駆動軸2aの外周に、円筒状のハンマ3を遊転自在に配設しており、駆動軸2aの外周に形成されたカム機構（図示せず）によって、駆動軸2aとハンマ3とが相互の軸方向の動き及び軸回り方向の動きが規制されている。そして、ばね4によって出力軸5側に向けて付勢されているハンマ3の先端面には出力軸5の後端部から側方に向けて突設されているアンビル5aと係合する打撃部3aが設けられている。

【0015】而して、ドライバビット6やソケットが先端に装着される出力軸5に負荷が殆どかかっていない状態では、駆動軸2aの回転が上記カム機構を介してハンマ3に伝達されるとともに、ハンマ3の打撃部3aとアンビル5aとの係合で出力軸5に伝達される。そして出力軸5にかかる負荷が大きくなれば、ハンマ3と駆動軸2aとの間でカム機構により許されている範囲内の相対回転が生じるとともに、カム機構に誘導されてハンマ3がばね4に抗して後退し、打撃部3aとアンビル5aとの係合が外れて打撃部3aがアンビル5aを乗り越えると、ばね4の復元力によってハンマ3がカム機構に誘導されて前進してアンビル5aに打撃部3aを衝撃的に係合させ、打撃衝撃によって出力軸5に回転力を与える。

【0016】ところで、モータ制御部12はトリガスイッチ7の引き込み量に応じてモータ1の回転数制御を行っており、モータ制御回路13がモータ制御部12から入力される制御信号に応じて、充電電池14からモータ1への供給電力を調整することによりモータ1の回転速度が可変制御される。すなわち、モータ制御回路13は充電電池14からモータ1への給電経路に挿入されたスイッチング素子と、後述のモータ制御部12から入力される制御信号に応じてスイッチング素子をオン/オフ駆動する駆動回路とを具備しており、モータ制御部12から入力される制御信号に応じて例えば上記スイッチング素子のオンデューティ比を可変することにより、供給電力を調整してモータ1の回転速度を可変している。

【0017】また本実施形態は、出力軸5にかかる負荷トルクを推定する負荷推定部8と、負荷推定部8の推定値の変動量が予め設定された上限値を越えるとねじ部材が着座したと判定する着座判定部9と、着座判定部9が着座を判定するとモータ制御部12を制御してモータ1を停止（シャットオフ）させるシャットオフ部10とを備えている。

【0018】負荷推定部8は、モータ1の回転速度に応じた周波数の正弦波信号を発生するFG（周波数ジェネレータ）15と、FG15の発生する正弦波信号をフィルタで波形整形した後コンパレータで所定のしきい値と比較することにより2値（H、L）の信号を発生する波形整形回路16と、波形整形回路16の出力信号のH区間及びL区間のパルス幅を測定するパルス幅測定部17と、波形整形回路16の出力信号の立ち上がりエッジ及び立ち下がりエッジの数を計数するパルスエッジ計数部18と、パルス幅測定部17の測定したH区間及びL区間のパルス幅の推移からモータ1の加速及び減速の発生を検出し、その検出結果からハンマによる打撃の発生を検出する打撃検出部19と、打撃検出部19が打撃を検出した際にパルス幅測定部17が検出したパルス幅から打撃時のハンマ3の回転速度を推定する打撃時ハンマ速度推定部20と、打撃検出部19が前回打撃を検出してから次に打撃を検出するまでの間（以下、打撃間という）にパルスエッジ計数部18が計数したエッジの数からモータ1の上記打撃間の回転数（以下、「打撃間モータ回転数」という）を検出する打撃間モータ回転数計数部21と、打撃時ハンマ速度推定部20の推定したハンマ3の回転速度と打撃間モータ回転数計数部21の計数したモータ1の回転数とから出力軸5に加わった負荷トルクを推定する打撃時負荷トルク推定部22とで構成される。尚、打撃時負荷トルク推定部22では、ハンマ3の回転速度から出力軸5に加えられたエネルギーを算出し、算出したエネルギーを打撃間モータ回転数計数部21が求めたモータ1の回転数（すなわち回転角）で除算することにより、打撃間の平均トルクを算出している。

【0019】また着座判定部9は、打撃時負荷トルク推定部22の推定した負荷トルクの推定値の推移から負荷トルクの変動量を算出する打撃時トルク変動量算出部23と、打撃時トルク変動量算出部23の算出した負荷トルクの変動量と予め設定された変動量の上限値との高低を比較し、負荷トルクの変動量が上限値を上回るとねじ部材が着座したと判定して、判定結果をシャットオフ部10に出力する閾値比較部24とで構成される。尚、本実施形態では、FG15及び波形整形回路16以外の負荷推定部8の構成要素と着座判定部9とシャットオフ部10とモータ制御部12とをマイクロコンピュータで構成している。

【0020】ここで、打撃時トルク変動量算出部23では、打撃検出部19が前回打撃を検出した際の打撃時負

荷トルク推定部22の推定値と次回検出時の推定値との差を変動量として出力しても良いが、耐ノイズ性を考慮する場合は、バンドパスフィルタ処理を行うのが望ましい。バンドパスフィルタ処理の一例としては、打撃時トルク変動量算出部23が、打撃時負荷トルク推定部22の推定値の短期移動平均と長期移動平均とを算出し、両者の差を変動量として出力する方法がある。例えば、打撃時トルク変動量算出部23が短期移動平均として現在までの4個の推定値の移動平均を算出すると共に、長期移動平均として現在までの16個の推定値の移動平均を算出し、両者の差を求めて変動量dTを求めている場合、打撃時負荷トルク推定部22が現在までに出力した負荷トルクの推定値をT1、T2、T3、……、T20とすると、変動量dTは次式で表される。

【0021】

【数1】

$$dT = \frac{T17+T18+T19+T20}{4} - \frac{T5+T6+T7+\dots+T20}{16}$$

【0022】次に図2乃至図4のフローチャートを参照して本実施形態の動作を更に詳しく説明する。モータ制御部12では、トリガスイッチ7からの入力を読み込み（ステップS1）、使用者によってトリガスイッチ7が引き込まれたか否かを監視しており（ステップS2）、トリガスイッチ7が引き込まれると、モータ1の始動処理を行う（ステップS3）。その後、モータ制御部12ではトリガスイッチ7が開放されるか、又はシャットオフ部10から停止信号が入力されるか否かを監視しており（ステップS4）、トリガスイッチ7が開放されるか又はシャットオフ部10から停止信号が入力されると、モータ1を停止させる停止信号をモータ制御回路13に出力する（ステップS5）。一方、トリガスイッチ7が引き込まれたままで、シャットオフ部10から停止信号が入力されていなければ、モータ制御部12はモータ1を回転させる回転処理を行い（ステップS6）、トリガスイッチ7からの入力を読み込んだ後（ステップS7）、ステップS4に戻って上述の処理を繰り返す。

【0023】モータ制御部12がモータ1の回転処理を行うと、モータ1の回転に応じてFG15から正弦波信号が出力され、この正弦波信号を波形整形した2値の信号が負荷推定部8に入力される。負荷推定部8では、波形整形回路16から入力される2値の信号のハイ

（H）、ロー（L）が切り替わる毎に、図3に示すような打撃検出処理を行っている。まずパルス幅測定部17が、波形整形回路16の出力信号のH区間及びL区間のパルス幅を測定し（ステップS11）、パルスエッジ計数部18が波形整形回路16の出力信号の立ち上がりエッジ及び立ち下がりエッジの数を計数する（ステップS12）。そして打撃検出部19では、パルス幅測定部17の測定したパルス幅の推移からハンマ3の回転速度の推移を推定し、さらに回転速度の推移から加速度の推移

を推定して（ステップS13）、打撃が発生したか否かの判定を行う（ステップS14）。すなわち、所定のしきい値以上の加速又は減速が一定時間継続した場合、打撃検出部19は打撃が発生したと判断し、着座検出処理を実行する（ステップS15）。

【0024】図4は着座検出処理のフローチャートであり、まず打撃間モータ回転数計数部21が、打撃間にパルスエッジ計数部18が計数したエッジの数から打撃間モータ回転数を検出し（ステップS21）、打撃時ハンマ速度推定部20が、打撃前に波形整形回路16から入力された信号のパルス幅の推移から、打撃前のハンマ3の速度を推定した後（ステップS22）、打撃時負荷トルク推定部22が打撃間モータ回転数及びハンマ3の速度から負荷トルクを推定する（ステップS23）。次に打撃時トルク変動量算出部23が、トルク推定値の短期移動平均と長期移動平均とを算出し、両者の差を求めることによって、トルク推定値の変動量を求め（ステップS24）、既に着座しているか否かを判定する（ステップS25）。ここで、ねじ部材が着座していれば、シャットオフ部10がモータ1を停止させるシャットオフ処理を行う（ステップS26）。一方、まだねじ部材が着座していなければ、ステップS24で求めたトルク推定値の変動量と所定の上限値との高低を閾値比較部24が比較することによって、着座したか否かを判定し（ステップS27）、トルク推定値の変動量が上限値を超えていれば着座したと判定し、ステップS26へ移行してシャットオフ処理を行い、着座していなければ着座検出処理を終了する。

【0025】ところで、図5はねじ締め作業を行った際の打撃数NとトルクTとの関係を示しており、図5中のイは打撃時負荷トルク推定部22の推定したトルク推定値T1、図5中のロは現在までの4個のトルク推定値の短期移動平均値T2、図5中のハは現在までの16個のトルク推定値の長期移動平均値T3に変動量の上限値dT1を加算した値（ $T3 + dT1$ ）をそれぞれ示している。尚、本実施形態では変動量の上限値dT1を打撃数Nに関係なく一定としている。

【0026】上述のように打撃時トルク変動量算出部23では、短期移動平均値T2と長期移動平均値T3の差をトルク推定値の変動量として求めており、閾値比較部24ではこの変動量が上限値dT1を越えた時点（すなわち、長期移動平均値T3に上限値dT1を加算した値（ $T3 + dT1$ ）が短期移動平均値T2を上回った時点）t1でねじ部材が着座したものと判定している。すなわち、負荷トルクが所定の締付トルクに達すると負荷トルクが急激に増加するので、着座判定部9では負荷推定部8の推定値の変動量と予め設定された上限値dT1との大小を比較することによって、着座したか否かを確実に判定することができ、従来の動力駆動回転工具のように締付トルクの設定作業が不要になり、作業効率が向

上させると共に、締付トルクの設定ミスを無くすることができる。

【0027】尚、シャットオフ部10は、着座判定部9がねじ部材の着座を判定すると、無条件にモータ1を停止させる停止信号をモータ制御部12に出力しているが、着座判定部9からねじ部材の着座を示す判定結果が入力されてから、更に所定の条件が成立した段階（例えば、ねじ部材の着座後にハンマ3によってさらに所定回数打撃が発生した段階）でモータ1を停止させる停止信号を出力するようにしても良い。

【0028】また、本実施形態では打撃時ハンマ速度推定部20の推定したハンマ3の回転速度と、打撃間モータ回転数計数部21の計数したモータ1の回転数とから出力軸5に加わった負荷トルクを推定しているが、負荷トルクの推定方法を上記の方法に限定する趣旨のものではなく、トルクセンサを使用したり、モータ1の電流量や電圧量などからトルクを推定しても良いし、ドライバビット6の進行角度やハンマ3の跳ね返り量などから負荷トルクを推定するようにしても良い。また、モータ1の回転速度を検出するためにFG15を用いているが、回転速度の検出方法をFG15に限定する趣旨のものではなく、FG15の代わりにモータ1の回転速度に応じた周波数又はパルス幅のパルス信号を発生するPG（パルスジェネレータ）などを用いてモータ1の回転速度を検出するようにしても良い。

【0029】（実施形態2）本発明の実施形態2を図6及び図7を参照して説明する。実施形態1ではトルク推定値の変動量の上限値dT1を常に一定としていたが、本実施形態では、ねじ締め作業が進行するにつれてトルク推定値の変動量の上限値dT2を徐々に低下させている（図5参照）。尚、着座判定部9以外の構成は実施形態1と同様であるので、同一の構成要素には、同一の符号を付してその説明を省略する。

【0030】本実施形態では、パルスエッジ計数部18の計数したエッジの数が増加するにつれて、トルク推定値の変動量の上限値dT2を低下させる着座閾値算出部25を着座判定部9に設けている。例えば、着座閾値算出部25では、パルスエッジ計数部18の計数したエッジの数から、ねじ締め開始より現在までのモータ1の総回転数mを求め、以下の式を用いて変動量の上限値dT2を算出する。

【0031】

$$dT2 = \alpha \times (1 - m / (m + \beta)) + \gamma$$

但し、 α 、 β 、 γ は回転工具の打撃機構などの仕様によって決定される係数である。尚、総回転数mの代わりに、ねじ締め開始から現在までのモータ1の総回転時間や総打撃数やそれらの組み合わせの値を用いて上限値dT2を決定しても良い。

【0032】ところで、ねじ締め開始時にはねじ類と相手部材の係合状態が不安定であるなどの理由で負荷トル

クの推定値が急激に変動する虞があり、このような急激な変動を着座と誤検出する虞があるが、本実施形態では着座閾値算出部25が、ねじ締め作業の終了時に比べて開始時には上限値dT2を大きくし、締付作業の進行度合いに応じて上限値dT2を徐々に低下させており、閾値比較部24が打撃時トルク変動量算出部23の算出したトルク推定値の変動量と、着座閾値算出部25の算出した変動量の上限値dT2との高低を比較することによって、ねじ部材が着座したか否かを判定しているため、外乱による誤検出を防止できる。

【0033】次に図7に示すフローチャートを参照して着座検出時の動作を説明する。尚、図7のフローチャートは実施形態1で説明した図4のフローチャートと同様であり、本実施形態ではステップS25の次に、着座閾値算出部25がパルスエッジ計数部18の計数したエッジの数から上述の式を用いて変動量の上限値dT2を算出するステップS27を設けている。

【0034】ここで、図5に示した上限値dT2は、上述の係数 $\alpha=15$ 、 $\beta=6$ 、 $\gamma=3$ とし、 $dT2=15 \times (1-m/(m+6)) + 3$ なる計算式を用いて算出した上限値であり、この場合短期移動平均値T2と長期移動平均値T3との差が上限値dT2を越えた時刻t2が着座を検出するタイミングとなる。

【0035】（実施形態3）本発明の実施形態3を図8を参照して説明する。尚、着座閾値算出部25以外の構成は実施形態2と同様であるので、同一の構成要素には同一の符号を付して、その説明を省略する。

【0036】実施形態2では着座閾値算出部25が、ねじ締め作業の進行度合いに応じてトルク推定値の変動量の上限値dT2を徐々に低下させているのに対して、本実施形態では、トルク推定値の大きさに比例してトルク推定値の変動量の上限値dT3を大きくしている。例えば着座閾値算出部25では以下の式を用いて変動量の上限値dT3を算出している。

$$dT3 = T3 \times A + B$$

但し、T3はトルク推定値T1の長期移動平均値、A、Bは回転工具の打撃機構などの仕様によって決定される係数である。

【0038】ところで、出力軸5にかかる負荷トルクの大きさが大きいほど、負荷推定部8の推定値に発生するノイズ成分が大きくなり、このようなノイズ成分によって着座判定部9が誤検出する虞があるが、本実施形態では着座閾値算出部25が、負荷推定部8の推定値の大きさに比例して、トルク推定値の変動量の上限値dT3を大きくしており、閾値比較部24では、打撃時トルク変動量算出部23の算出したトルク推定値の変動量と、着座閾値算出部25の算出した変動量の上限値dT3との高低を比較することによって、ねじ部材が着座したか否かを判定しているため、ノイズ成分による誤検出を防止できる。尚、本実施形態の着座判定処理のフローチャー

トは実施形態2で説明した図7のフローチャートと同様であるので、図示及び説明は省略する。

【0039】ここで、図5に示した上限値dT3は、上述の係数 $A=0.3$ 、 $B=0$ とし、 $dT3=T3 \times 0.3$ なる計算式を用いて算出した上限値であり、この場合短期移動平均値T2と長期移動平均値T3との差が上限値dT2を越えた時刻t3が着座を検出するタイミングとなる。

【0040】（実施形態4）実施形態1～3では、着座判定部9がねじ部材の着座を判定すると、シャットオフ部10がモータ1の回転を即座に停止させているのに対して、本実施形態では、シャットオフ部10は、着座判定部9がねじ部材の着座を判定した後もモータ1の回転を継続させ、トルク推定値の変動率が予め設定された変動率の下限値を下回った時点でモータ1の回転を停止させている。

【0041】図9に本実施形態の動力駆動回転工具の概略構成図を示す。本実施形態では、実施形態3の動力駆動回転工具において、ハンマ3によって出力軸5が打撃される毎に、打撃時トルク変動量算出部23が算出したトルク推定値の推移からトルク推定値の変動率を算出する打撃時トルク変動率算出部26と、着座判定部9からねじ部材の着座を示す判定結果が入力された後、打撃時トルク変動率算出部26の算出した変動率が所定の下限値を下回った時点でモータ1を停止させる停止信号をモータ制御部12に出力するシャットオフ判定部27とでシャットオフ部10を構成している。尚、シャットオフ部10以外の構成は実施形態3と同様であるので、同一の構成要素には同一の符号を付して、その説明を省略する。

【0042】本実施形態では着座検出処理のステップS26において（図4参照）、打撃時トルク変動率算出部26が打撃時トルク変動量算出部23の算出したトルク推定値の変動量の推移からトルク推定値の変動率を算出し、シャットオフ判定部27がトルク推定値の変動率と所定の下限値との高低を比較する。そして、トルク推定値の変動率が所定の下限値を下回った時点で、シャットオフ判定部27はモータ制御部12に停止信号を出力し、モータ制御部12を用いてモータ1を停止させる。このように、シャットオフ部10では、着座判定部9が着座状態を検出した後も、打撃時負荷トルク推定部22の推定したトルク推定値の上昇に限界が生じ、トルク推定値の変動率が下限値を下回るまでねじ締め作業を継続させているので、締付トルクを十分確保することができる。尚、本実施形態のシャットオフ部10を、実施形態1又は2の動力駆動回転工具に適用しても良く、上述と同様の効果を得ることができる。

【0043】（実施形態5）本発明の実施形態5を図10及び図11を参照して説明する。尚、着座判定部9及びシャットオフ部10以外の構成は実施形態4と同様で

あるので、同一の構成要素には同一の符号を付してその説明を省略する。

【0044】ところで、合成樹脂製であって表面にねじ溝が形成されておらずねじ孔にねじ込むことによって表面にねじ溝が切られて固定されるグロメットのようなプラスチック製の部材（以下、「ソフトジョイント部材」と言う。）に交えて、金属製のねじ部材（以下、「ハードジョイント部材」と言う。）のねじ締め作業を行う場合があり、本実施形態の着座判定部9では、打撃時負荷トルク推定部22のトルク推定値と所定のトルクしきい値との高低を比較することによって、ハードジョイント部材が着座したか（以下、「ハード着座」と言う。）或いはソフトジョイント部材が着座したか（以下、「ソフト着座」と言う。）を判定し、その判定結果をシャットオフ部10に出力している。すなわち、ソフトジョイント部材の締付トルクはハードジョイント部材の締付トルクに比べてかなり低い値であるので、トルクしきい値を適当な値に設定することによって、打撃時負荷トルク推定部22のトルク推定値とトルクしきい値との高低から、ハードジョイント部材かソフトジョイント部材かを判別することができる。

【0045】また、本実施形態ではシャットオフ部10に、パルスエッジ計数部18の計数したエッジの数と打撃検出部19の検出信号とから、ねじ締め開始時より現在までの打撃回数を計数する打撃数計数部28を設けている。ここで、シャットオフ判定部27では、着座判定部9がねじ部材の着座を判定した後もモータ1の回転を継続させており、着座判定部9からソフト着座を示す判定結果が入力された場合は、実施形態4と同様に、打撃時トルク変動率算出部26の算出したトルク推定値の変動率が所定の下限値を下回った時点でモータ1を停止させている。一方、着座判定部9からシャットオフ判定部27にハード着座を示す判定結果が入力された場合、シャットオフ判定部27では打撃数計数部28の計数したハード着座発生時からの打撃数が所定数に達した時点でモータ1を停止させている。

【0046】次に図11に示すフローチャートを参照して着座検出時の動作を説明する。まず打撃間モータ回転数計数部21が、打撃間にパルスエッジ計数部18が計数したエッジの数から打撃間モータ回転数を検出し（ステップS21）、打撃数計数部28がパルスエッジ計数部18及び打撃検出部19の出力からハード着座発生後の打撃数を計数する（ステップS30）。次に打撃時ハンマ速度推定部20が、打撃前に波形整形回路16から入力された信号のパルス幅の推移から、打撃前のハンマ3の速度を推定し（ステップS22）、打撃時負荷トルク推定部22が打撃間モータ回転数及びハンマ3の速度から負荷トルクを推定した後（ステップS23）、打撃時トルク変動量算出部23が、トルク推定値の短期移動平均と長期移動平均とを算出し、両者の差を求めること

によって、トルク推定値の変動量を求める（ステップS24）。

【0047】ここで、閾値比較部24は未着座か否かを判定する（ステップS31）。尚、閾値比較部24にはねじ類の着座状態を示すフラグF A S Eが設けられており、未着座の場合フラグF A S Eの値を0に設定している。判定結果が未着座の場合（すなわちフラグF A S E = 0）、閾値比較部24は算出したトルク推定値の変動量が上限値を超えたか否かを判定し（ステップS32）、上限値を超えた場合はソフト着座と判定して、フラグF A S Eにソフト着座状態を示す値1を設定する（ステップS33）。

【0048】次に、閾値比較部24は、フラグF A S Eの値が0又は1であるか否か（すなわち未着座又はソフト着座であるか否か）を判定し（ステップS34）、フラグF A S Eの値が0又は1の場合、打撃時負荷トルク推定部22の推定したトルク推定値（短期移動平均値）が所定のトルクしきい値を上回るか否かを判定する（ステップS35）。そして、トルク推定値がトルクしきい値を上回っていれば閾値比較部24はハード着座と判定して、フラグF A S Eの値を2に設定する（ステップS35）。

【0049】閾値比較部24では上述の判定を行った後、フラグF A S Eの値をシャットオフ判定部27に出力しており、シャットオフ判定部27では、まずフラグF A S Eの値が1か否かを判定し（ステップS37）、フラグF A S Eの値が1であれば（すなわちソフト着座状態であれば）、打撃時トルク変動率算出部26の算出した変動率が所定の下限値を下回るか否かを判定し（ステップS38）、算出した変動率が下限値を下回っていれば、停止信号をモータ制御部12に出力し、フラグF A S Eの値を3に設定した後（ステップS39）、着座検出処理を終了する（ステップS40）。一方、ステップS37においてフラグF A S Eの値が1でなければ、シャットオフ判定部27はフラグF A S Eの値が2か否かを判定し（ステップS41）、フラグF A S Eの値が2であれば（すなわちハード着座状態であれば）、打撃数計数部28の計数したハード着座発生後の打撃数が所定打撃数に達したか否かを判定し（ステップS42）、所定打撃数に達していれば停止信号をモータ制御部12に出力し、フラグF A S Eの値を3に設定した後（ステップS43）、着座検出処理を終了する（ステップS44）。さらに、ステップS41においてフラグF A S Eの値が2でなければ、ステップS44に移行して着座検出処理を終了する。

【0050】ところで、ハードジョイント部材のねじ締め作業を行う場合、負荷推定部8の推定値の誤差が大きくなって、適切な締付トルクが得られなくなる虞があるが、本実施形態では、負荷推定部8の推定値が予め設定されたトルクしきい値を上回った場合（すなわちハード

ジョイント部材の締め込み作業を行っている場合)、シャットオフ部 10 が、着座判定部 9 の判定結果や打撃時トルク変動率算出部 26 の算出結果に関係無く、ハンマ 3 により出力軸 5 を所定回数打撃した時点でモータ 1 の回転を強制的に停止させているので、適切な締付トルクを確保できる。

【0051】

【発明の効果】上述のように、請求項 1 の発明は、ねじ類の締緩を行うための出力軸と、出力軸を回転させる駆動部と、出力軸にかかる負荷トルクを推定する負荷推定部と、負荷推定部の推定値の変動量が予め設定された変動量の上限値を越えるとねじ類が着座したと判定する着座判定部とを具備することを特徴とし、従来の動力駆動回転工具のように締付トルクを手動で設定する場合は、ねじ類の種類毎に締付トルクの設定作業を行う必要があるが、負荷トルクが所定の締付トルクに達すると負荷トルクが急激に増加するので、着座判定部では負荷推定部の推定値の変動量と予め設定された上限値の大小を比較することによって、着座したか否かを確実に判定することができ、締付トルクの設定作業を不要にし、作業効率を向上させると共に、締付トルクの設定ミスを無くし、ねじ締め品質が向上するという効果がある。

【0052】請求項 2 の発明は、請求項 1 の発明において、着座判定部は、締付作業の進行度合いに応じて上記上限値を徐々に低下させることを特徴とし、ねじ締め開始時にはねじ類と相手部材の係合状態が不安定であるなどの理由で負荷トルクの推定値が急激に変動する虞があるため、ねじ締め作業の終了時に比べて開始時には上限値を大きくし、締付作業の進行度合いに応じて上限値を徐々に低下させることにより、着座を誤検出するのを防止できるという効果がある。

【0053】請求項 3 の発明は、請求項 1 の発明において、着座判定部は、出力軸にかかる負荷トルクの大きさに応じて上記上限値を大きくすることを特徴とし、出力軸にかかる負荷トルクの大きさが大きいほど、負荷推定部の推定値に発生するノイズ成分が大きくなるが、出力軸にかかる負荷トルクの大きさに応じて上限値を大きくしているので、ノイズ成分による誤検出を防止できるという効果がある。

【0054】請求項 4 の発明は、請求項 1 の発明において、着座判定部が着座を判定した後も駆動部の回転を継続させるとともに、負荷推定部の推定値の変動率が予め設定された変動率の下限値を下回ると駆動部の回転を停止させるシャットオフ部を設けたことを特徴とし、着座状態を検出した後も、シャットオフ部は、負荷トルクの上昇に限界が生じて推定値の変動率が下限値を下回るまでねじ締め作業を継続させているので、締付トルクを十

分確保できるという効果がある。

【0055】請求項 5 の発明は、請求項 4 の発明において、上記駆動部によって回転されるハンマを設け、ハンマの打撃によって出力軸に回転力を加えており、負荷推定部の推定値が予め設定されたトルクしきい値を上回ると、上記シャットオフ部は、着座判定部の判定結果や上記変動率に関係無く、ハンマにより出力軸を所定回数打撃した時点で駆動部の回転を強制的に停止させることを特徴とし、負荷トルクが所定のトルクしきい値を上回るようなねじ類の場合は、負荷推定部の推定した負荷トルクの誤差が大きくなって、適切な締付トルクが得られなくなる虞があるが、シャットオフ部では、着座判定部の判定結果や上記変動率に関係無く、ハンマにより出力軸を所定回数打撃した時点で、駆動部の回転を停止させているので、適切な締付トルクを確保できるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】実施形態 1 の動力駆動回転工具の概略構成図である。

20 【図 2】同上の動作を説明するフローチャートである。

【図 3】同上の別の動作を説明するフローチャートである。

【図 4】同上のまた別の動作を説明するフローチャートである。

【図 5】同上の打撃回数とトルクとの関係を説明する説明図である。

【図 6】実施形態 2 の動力駆動回転工具の概略構成図である。

【図 7】同上の動作を説明するフローチャートである。

30 【図 8】実施形態 3 の動力駆動回転工具の概略構成図である。

【図 9】実施形態 4 の動力駆動回転工具の概略構成図である。

【図 10】実施形態 5 の動力駆動回転工具の概略構成図である。

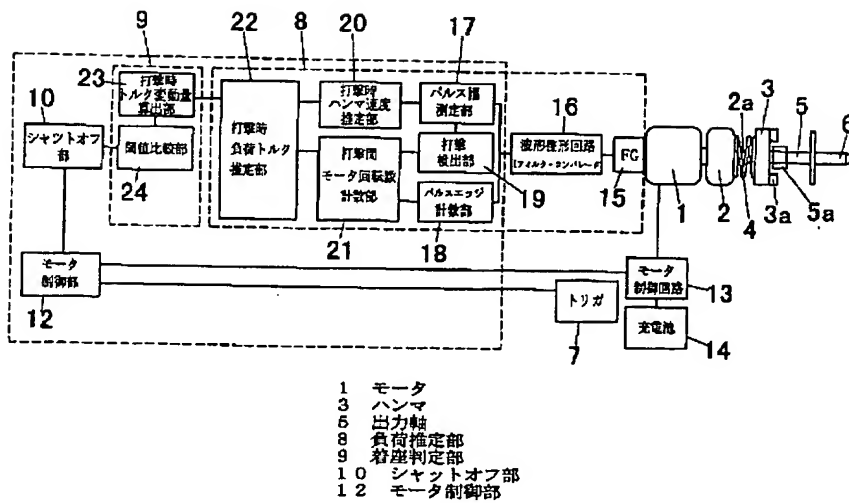
【図 11】同上の動作を説明するフローチャートである。

【図 12】従来の動力駆動回転工具の概略構成図である。

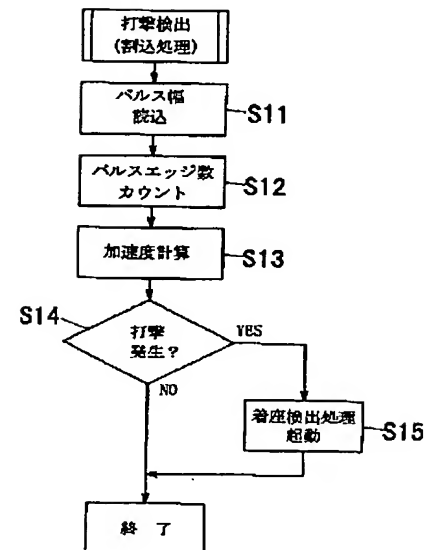
【符号の説明】

- 1 モータ
- 3 ハンマ
- 5 出力軸
- 8 負荷推定部
- 9 着座判定部
- 10 シャットオフ部
- 12 モータ制御部

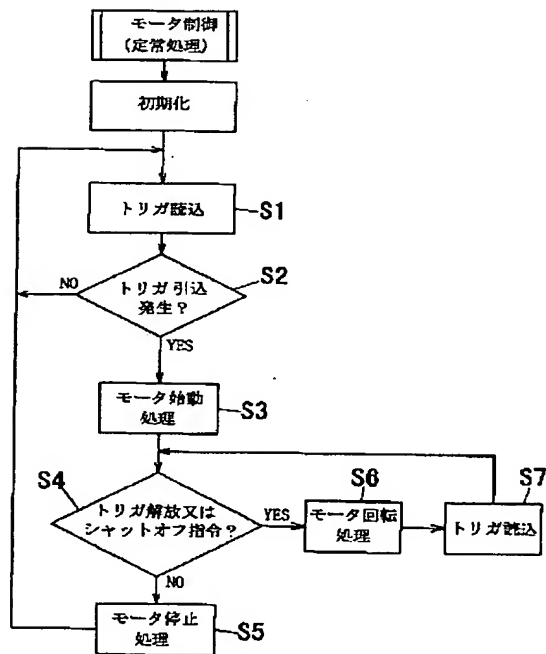
【図1】



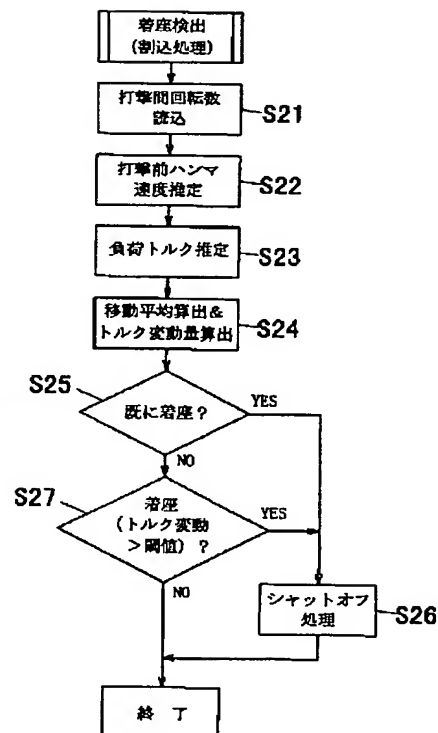
【図3】



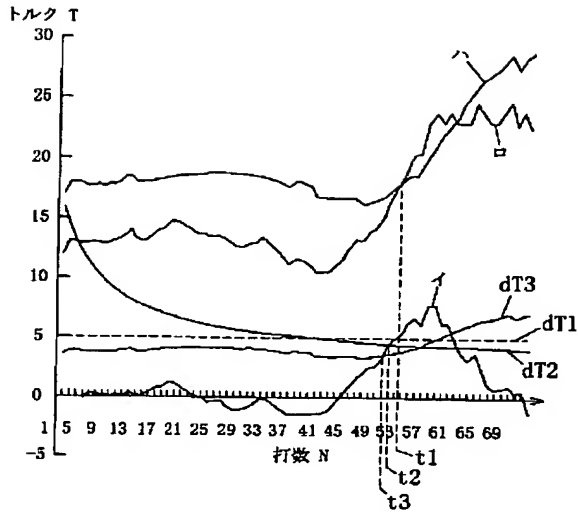
【図2】



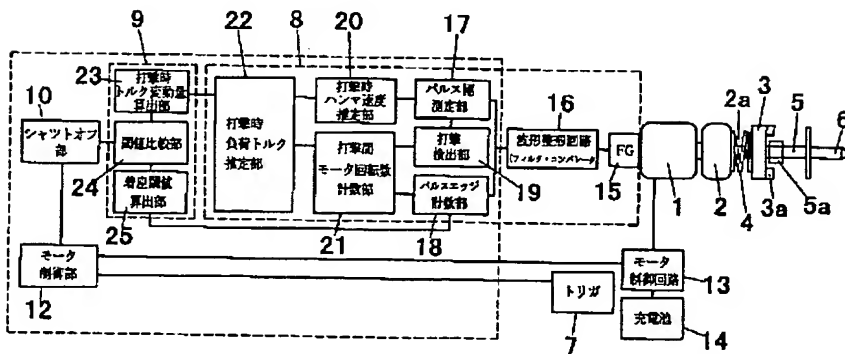
【図4】



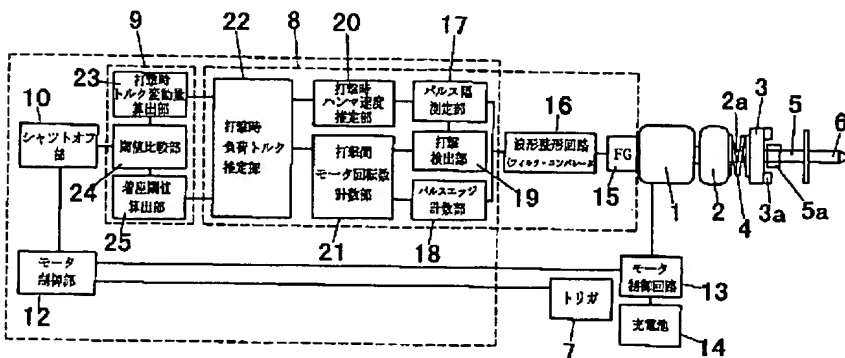
【図5】



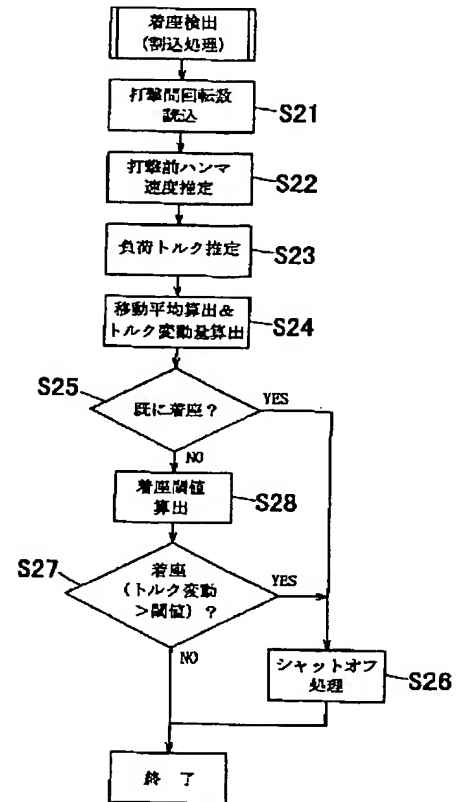
【図6】



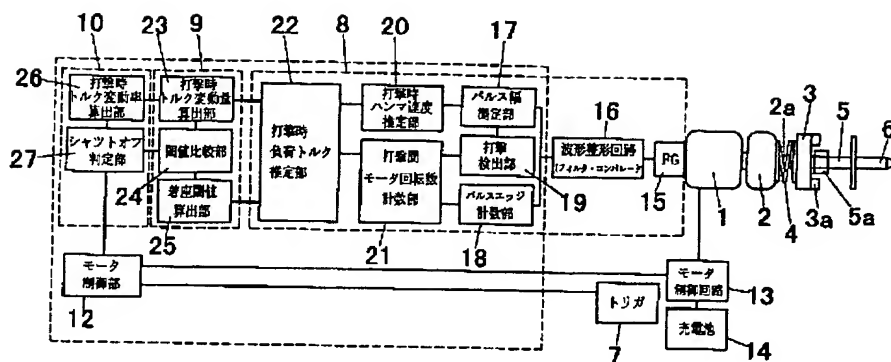
【図8】



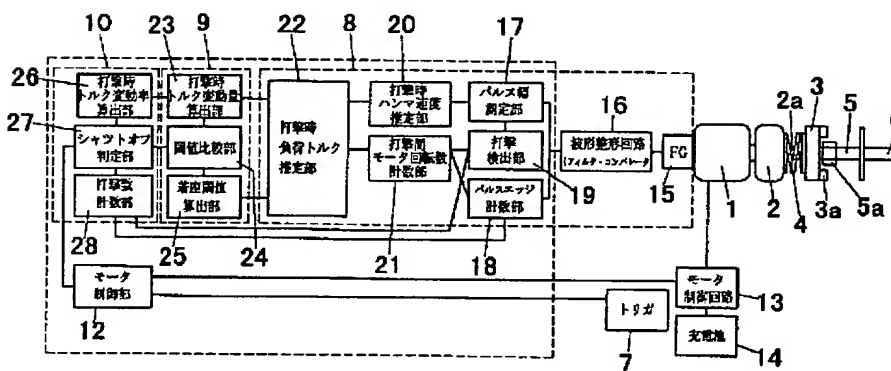
【図7】



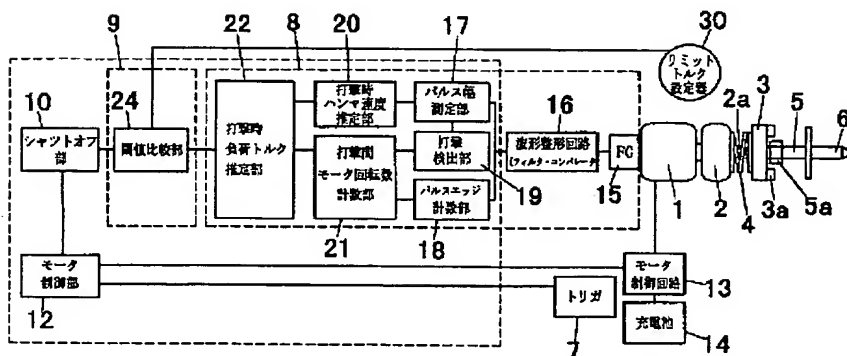
【图9】



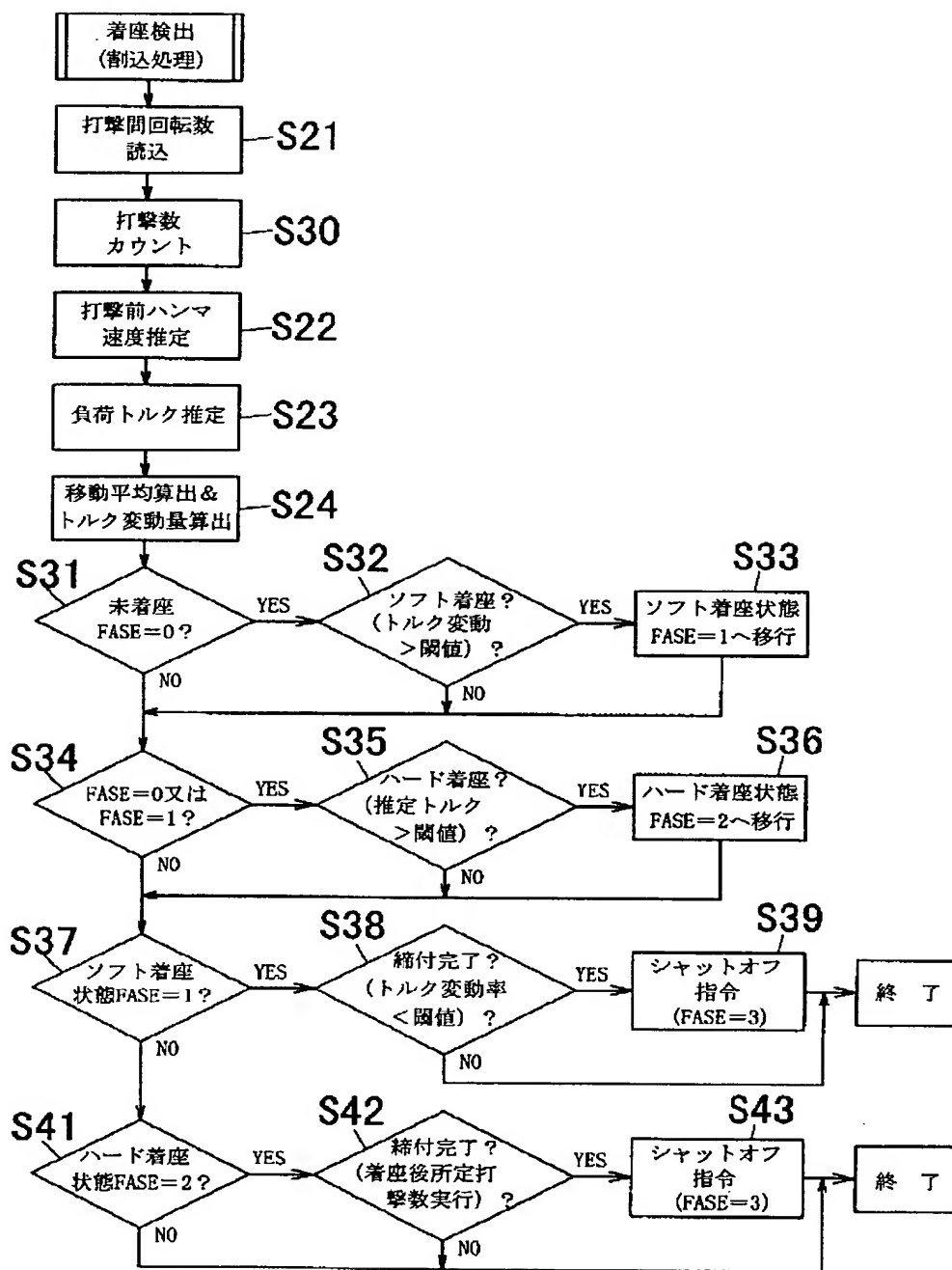
【図 10】



【图 12】



【図 11】



フロントページの続き

(72) 発明者 吉田 稔

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株
式会社内

Fターム(参考) 3C038 AA01 CA06 CB02 CC04 EA06